

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC978 U.S. PRO  
10/091537  
03/07/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-070822

出 願 人

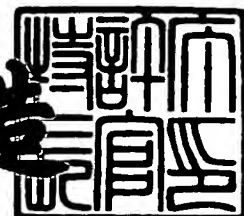
Applicant(s):

オーエスジー株式会社

2001年 5月31日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3051087

【書類名】 特許願

【整理番号】 OP01004

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊川市本野ヶ原 1 丁目 1 5 番地 オーエスジー株式会社社内

    【氏名】 戸井原 孝臣

【特許出願人】

    【識別番号】 000103367

    【氏名又は名称】 オーエスジー株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100085361

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 池田 治幸

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 007331

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9002181

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 硬質積層被膜、硬質積層被膜被覆工具 およびその硬質積層被膜の形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】  $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) から成る第 1 被膜層と、CrN または CrN を含む第 2 被膜層とが所定の部材の表面に交互に積層されているとともに、最上層が前記第 1 被膜層にて構成されていることを特徴とする硬質積層被膜。

【請求項 2】 前記硬質積層被膜の最下層は前記第 1 被膜層で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の硬質積層被膜。

【請求項 3】 前記第 1 被膜層の平均層厚は  $10 \text{ nm} \sim 2000 \text{ nm}$  の範囲内で、前記第 2 被膜層の平均層厚は  $10 \text{ nm} \sim 1000 \text{ nm}$  の範囲内で、硬質積層被膜全体の総膜厚は  $0.5 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$  の範囲内である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の硬質積層被膜。

【請求項 4】 前記第 2 被膜層は、 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) と CrN との混合層である

ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の硬質積層被膜。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の硬質積層被膜で表面が被覆されていることを特徴とする硬質積層被膜被覆工具。

【請求項 6】  $\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ ) から成る第 1 蒸発源をカソードとしてアーク電流を通電する第 1 アーク電源と、

Cr から成る第 2 蒸発源をカソードとしてアーク電流を通電する第 2 アーク電源と、

硬質積層被膜で被覆すべき部材に負のバイアス電圧を印加するバイアス電源と、

前記部材を所定の回転中心まわりに回転駆動する回転装置と、

前記部材、前記第 1 蒸発源、前記第 2 蒸発源を収容している処理容器内に所定の反応ガスを供給する反応ガス供給装置と、

を有するアークイオンプレーティング装置を用いて、 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}$

$y N_{1-y}$  ) (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) から成る第 1 被膜層と、 $CrN$  または  $CrN$  を含む第 2 被膜層とが交互に積層されている請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の硬質積層被膜を前記部材の表面に形成する方法であって、

前記第 1 アーク電源および前記第 2 アーク電源を ON、OFF することにより、前記第 1 被膜層および前記第 2 被膜層を切り換えるとともに、その ON 時間およびアーク電流の少なくとも一方を制御して該第 1 被膜層および第 2 被膜層の層厚を調整する

ことを特徴とする硬質積層被膜の形成方法。

【請求項 7】 前記第 1 アーク電源および前記第 2 アーク電源を共に ON することにより、前記第 2 被膜層として  $(Ti_x Al_{1-x}) (C_y N_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) と  $CrN$  との混合層を形成するとともに、該第 1 アーク電源および該第 2 アーク電源のアーク電流の大きさを制御して混合割合を調整する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の硬質積層被膜の形成方法。

【請求項 8】 前記第 1 蒸発源および前記第 2 蒸発源は、前記部材を挟んで略水平方向の対称位置に配置されているとともに、該部材は略垂直な回転中心まわりに回転駆動されるようになっている

ことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の硬質積層被膜の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は硬質積層被膜に係り、特に、耐摩耗性および靱性に優れた硬質積層被膜に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

高速度工具鋼、超硬合金等の工具母材の表面を  $TiAlN$  の硬質被膜で被覆した硬質被膜被覆工具が知られている。特開平 10-168583 号公報に記載の工具はその一例で、工具母材と  $TiAlN$  硬質被膜との間に  $CrN$  などの比較的

軟質の界面層を介在させて母材に対する密着性を向上させている。また、特開平 1 1 - 2 1 6 6 0 1 号公報には、Ti と Al との混晶比が異なる 2 種類の Ti Al N 硬質被膜を交互に多数積層した硬質積層被膜が記載されている。

## 【0 0 0 3】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、Ti Al N 硬質被膜は内部応力が大きくて靱性に乏しいため、切削加工時にチッピング状の欠けや剥離が生じ易く、Ti Al N の優れた耐摩耗性を十分に発揮することができなかった。Cr N などの界面層を設けたり、混晶比が異なる 2 種類の Ti Al N 硬質被膜を積層したりすれば、欠けや剥離が改善されるが、必ずしも十分に満足できなかった。

## 【0 0 0 4】

本発明は以上の事情を背景として為されたもので、その目的とするところは、Ti Al N を主体として構成される硬質被膜の耐摩耗性を損なうことなく、靱性を更に向上させて欠けや剥離を一層効果的に防止することにある。

## 【0 0 0 5】

## 【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、第 1 発明の硬質積層被膜は、 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) から成る第 1 被膜層と、Cr N または Cr N を含む第 2 被膜層とが所定の部材の表面に交互に積層されているとともに、最上層が前記第 1 被膜層にて構成されていることを特徴とする。

## 【0 0 0 6】

第 2 発明は、第 1 発明の硬質積層被膜において、前記硬質積層被膜の最下層は前記第 1 被膜層で構成されていることを特徴とする。

## 【0 0 0 7】

第 3 発明は、第 1 発明または第 2 発明の硬質積層被膜において、前記第 1 被膜層の平均層厚は  $10 \text{ nm} \sim 2000 \text{ nm}$  の範囲内で、前記第 2 被膜層の平均層厚は  $10 \text{ nm} \sim 1000 \text{ nm}$  の範囲内で、硬質積層被膜全体の総膜厚は  $0.5 \mu \text{ m} \sim 20 \mu \text{ m}$  の範囲内であることを特徴とする。

## 【 0 0 0 8 】

第 4 発明は、第 1 発明～第 3 発明の何れかの硬質積層被膜において、前記第 2 被膜層は、 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) と  $\text{CrN}$  との混合層であることを特徴とする。

## 【 0 0 0 9 】

第 5 発明は、硬質積層被膜被覆工具に関するもので、第 1 発明～第 4 発明の何れかの硬質積層被膜で表面が被覆されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 0 】

第 6 発明は、(a)  $\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ ) から成る第 1 蒸発源をカソードとしてアーク電流を通電する第 1 アーク電源と、(b)  $\text{Cr}$  から成る第 2 蒸発源をカソードとしてアーク電流を通電する第 2 アーク電源と、(c) 硬質積層被膜で被覆すべき部材に負のバイアス電圧を印加するバイアス電源と、(d) 前記部材を所定の回転中心まわりに回転駆動する回転装置と、(e) 前記部材、前記第 1 蒸発源、前記第 2 蒸発源を収容している処理容器内に所定の反応ガスを供給する反応ガス供給装置と、を有するアークイオンプレーティング装置を用いて、(f)  $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) から成る第 1 被膜層と、 $\text{CrN}$  または  $\text{CrN}$  を含む第 2 被膜層とが交互に積層されている第 1 発明～第 4 発明の何れかの硬質積層被膜を前記部材の表面に形成する方法であって、(g) 前記第 1 アーク電源および前記第 2 アーク電源を ON、OFF することにより、前記第 1 被膜層および前記第 2 被膜層を切り換えるとともに、その ON 時間およびアーク電流の少なくとも一方を制御してそれ等の第 1 被膜層および第 2 被膜層の層厚を調整することを特徴とする。

## 【 0 0 1 1 】

第 7 発明は、第 6 発明の硬質積層被膜の形成方法において、前記第 1 アーク電源および前記第 2 アーク電源を共に ON することにより、前記第 2 被膜層として  $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) と  $\text{CrN}$  との混合層を形成するとともに、それ等の第 1 アーク電源および第 2 アーク電源のアーク電流の大きさを制御して混合割合を調整することを特

徴とする。

【 0 0 1 2 】

第 8 発明は、第 6 発明または第 7 発明の硬質積層被膜の形成方法において、前記第 1 蒸発源および前記第 2 蒸発源は、前記部材を挟んで略水平方向の対称位置に配置されているとともに、その部材は略垂直な回転中心まわりに回転駆動されるようになっていることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

【発明の効果】

ここで、第 1 被膜層を構成している  $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) の硬さ (Hv) は 2300~3000 程度であるのに対し、CrN の硬さ (Hv) は 1800~2000 程度であるため、このような比較的硬度の低い第 2 被膜層と高硬度の第 1 被膜層とが交互に積層されることにより、低硬度の第 2 被膜層の存在により靱性が高くなり、チップング状の欠けや剥離が生じ難くなる。また、CrN の酸化開始温度は約 700℃ と高いため、形成された被膜の耐熱性を損なうことがない。更に、硬質積層被膜の最上層すなわち表面は、高硬度の第 1 被膜層によって構成されているため、優れた耐摩耗性が得られる。

【 0 0 1 4 】

第 2 発明の硬質積層被膜は、最下層が第 1 被膜層で構成されているため、硬質積層被膜が設けられる所定の部材に対して優れた密着性が得られる。

【 0 0 1 5 】

第 3 発明は、第 1 被膜層の平均層厚が 10nm~2000nm の範囲内で、第 2 被膜層の平均層厚が 10nm~1000nm の範囲内で、硬質積層被膜全体の総膜厚が  $0.5 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$  の範囲内であるため、第 1 被膜層による耐摩耗性を維持しつつ、第 2 被膜層による欠けや剥離防止効果が十分に得られる。

【 0 0 1 6 】

第 4 発明は、第 2 被膜層が  $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) と CrN との混合層であるため、CrN のみで構成した場合に比較して第 1 被膜層との密着性が高く、欠けや剥離防止効果

が更に向上する。

【 0 0 1 7 】

硬質積層被膜被覆工具に関する第 5 発明においても、実質的に第 1 発明～第 4 発明と同様の効果が得られ、工具の耐久性（寿命）が向上する。

【 0 0 1 8 】

第 6 発明では、アークイオンプレーティング装置の第 1 アーク電源および第 2 アーク電源を ON、OFF することにより第 1 被膜層および第 2 被膜層を切り換えるとともに、その ON 時間およびアーク電流の少なくとも一方を制御してそれ等の第 1 被膜層および第 2 被膜層の層厚を調整するため、第 1 被膜層および第 2 被膜層の層厚を高い寸法精度で形成できる。

【 0 0 1 9 】

第 7 発明では、第 1 アーク電源および第 2 アーク電源を共に ON することにより、第 2 被膜層として  $(Ti_x Al_{1-x}) (C_y N_{1-y})$ （但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ）と CrN との混合層を形成するとともに、それ等の第 1 アーク電源および第 2 アーク電源のアーク電流の大きさを制御して混合割合を調整するため、所定の混合割合の第 2 被膜層を形成できる。

【 0 0 2 0 】

第 8 発明では、第 1 蒸発源および第 2 蒸発源が部材を挟んで略水平方向の対称位置に配置されているとともに、その部材は略垂直な回転中心まわりに回転駆動されるようになっているため、第 1 被膜層および第 2 被膜層を部材の表面に略均一に形成できる。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

本発明は、エンドミルやタップ、ドリルなどの回転切削工具の他、バイト等の非回転式の切削工具、或いは転造工具など、種々の加工工具の表面にコーティングされる硬質積層被膜に好適に適用されるが、表面保護膜など加工工具以外の部材の表面にコーティングされる硬質積層被膜にも同様に適用できる。工具母材など硬質積層被膜が設けられる部材としては、超硬合金が好適に用いられるが、高速度工具鋼などの他の金属材料であっても良い。



## 【 0 0 2 2 】

本発明の硬質積層被膜の形成方法としては、第6発明のようにアークイオンプレーティング法が好適に用いられるが、スパッタリング法等の他の物理蒸着法（PVD法）や、プラズマCVD法、熱CVD法等の化学蒸着法（CVD法）を用いることもできる。

## 【 0 0 2 3 】

第2被膜層のCrNは、クロムの純粋な窒化物であっても良いが、C（炭素）を含む炭窒化物CrCNやB（ほう素）を含む窒硼化物CrBN、或いはCおよびBを含む炭窒硼化物CrCBNでも良い。

## 【 0 0 2 4 】

第1被膜層の平均層厚が10nm未満であると十分な耐摩耗性が得られなくなる一方、2000nmを越えると上下に硬度の低い第2被膜層があっても欠けが発生し易くなるため、10nm～2000nmの範囲内が望ましく、更には100nm～1000nm程度の範囲内が適当である。総ての第1被膜層の層厚は同じであっても良いが、例えば最上層の第1被膜層のみを他よりも厚くして耐摩耗性や耐熱性を高くすることもできるし、1層ずつ連続的に変化させることも可能である。

## 【 0 0 2 5 】

第2被膜層の平均層厚が10nm未満であると衝撃などを十分に吸収できなくなる一方、1000nmを越えると被膜全体の硬度や耐熱性が損なわれるため、10nm～1000nmの範囲内が望ましく、更には10nm～500nm程度の範囲内が適当である。総ての第2被膜層の層厚は同じであっても良いが、1層ずつ連続的に変化させることも可能である。

## 【 0 0 2 6 】

硬質積層被膜全体の総膜厚が0.5μm未満であると十分な耐摩耗性、耐熱性が得られない一方、20μmを越えると欠けや剥離が生じ易くなるため、0.5μm～20μmの範囲内が望ましく、更には1μm～10μm程度の範囲内が適当である。

## 【 0 0 2 7 】

第4発明では、第2被膜層が $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ )とCrNとの混合層であるが、CrNのみで第2被膜層を構成しても良い。第2被膜層を構成する $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$ は、第1被膜層と同じものでも良いが、混晶比 $x$ 、 $y$ が相違しているものでも良い。

## 【0028】

第6発明の反応ガス供給装置は、第1被膜層の組成に応じて定められ、窒化物の場合は例えば窒素ガス( $\text{N}_2$ )を供給するように構成されるとともに、炭窒化物の場合は、例えば窒素ガス( $\text{N}_2$ )および炭化水素ガス( $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$ など)を供給するように構成される。

## 【0029】

第6発明において、第1アーク電源、第2アーク電源のON時間が長くなれば第1被膜層や第2被膜層の層厚は厚くなる。また、それ等のアーク電源のアーク電流を大きくすれば被膜層の層厚は厚くなり、それ等のON時間、アーク電流の少なくとも一方で層厚を調整できるが、2つの制御要素を共に制御しながら層厚調整を行うこともできる。また、部材に印加されるバイアス電圧など他の制御要素も考慮して層厚を調整することもできる。

## 【0030】

第7発明では、部材が回転駆動されることにより、厳密には $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ )とCrNとが部分的に混ざり合いながら交互に繰り返し付着させられることになり、部材の回転速度によって第2被膜層の積層構造が変化する。 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ )のみから成る第1被膜層についても、厳密には部材の回転に伴って断続的に付着させられることになる。

## 【0031】

第8発明では、第1蒸発源および第2蒸発源が部材を挟んで略水平方向の対称位置に配置されているが、他の発明の実施に際しては、例えば第1蒸発源および第2蒸発源を隣接して配置しても良いなど適宜変更できる。部材の回転中心線に

についても、必ずしも垂直（鉛直）方向である必要はない。

### 【 0 0 3 2 】

#### 【実施例】

以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ詳細に説明する。

図 1 は、本発明の硬質積層被膜被覆工具の一例であるエンドミル 1 0 を説明する図で、(a) は軸心と直角方向から見た正面図であり、超硬合金にて構成されている工具母材 1 2 にはシャンクおよび刃部 1 4 が一体に設けられている。刃部 1 4 には、切れ刃として外周刃 1 6 および底刃 1 8 が設けられており、軸心まわりに回転駆動されることによりそれ等の外周刃 1 6 および底刃 1 8 によって切削加工が行われるとともに、その刃部 1 4 の表面には硬質積層被膜 2 0 がコーティングされている。図 1 (a) の斜線部は硬質積層被膜 2 0 を表しており、図 1 の (b) は、硬質積層被膜 2 0 がコーティングされた刃部 1 4 の表面部分の断面図である。エンドミル 1 0 は回転切削工具で、工具母材 1 2 は硬質積層被膜 2 0 が設けられる所定の部材に相当する。

### 【 0 0 3 3 】

図 1 (b) から明らかなように、硬質積層被膜 2 0 は第 1 被膜層 2 2 および第 2 被膜層 2 4 を交互に積層したもので、硬質積層被膜 2 0 の全体の総膜厚は  $0.5 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$  の範囲内とされている。第 1 被膜層 2 2 は、 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$ （但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ）にて構成されているとともに、平均層厚は  $10 \text{ nm} \sim 2000 \text{ nm}$  の範囲内であり、第 2 被膜層 2 4 は、第 1 被膜層 2 2 と同じ  $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$ （但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ）と  $\text{CrN}$  との混合層で、平均層厚は  $10 \text{ nm} \sim 1000 \text{ nm}$  の範囲内である。 $\text{CrN}$  は、炭素やほう素を含まないクロムの純粋な窒化物である。また、硬質積層被膜 2 0 の最下層および最上層は何れも第 1 被膜層 2 2 によって構成されており、第 1 被膜層 2 2 および第 2 被膜層 2 4 の合計の層数は 3 以上の奇数となる。

### 【 0 0 3 4 】

図 2 は、上記硬質積層被膜 2 0 を形成する際に好適に用いられるアークイオンプレーティング装置 3 0 を説明する概略構成図（模式図）で、多数のワークすな

わち硬質積層被膜 2 0 を被覆する前の切れ刃 1 6、1 8 等が形成された工具母材 1 2 を保持しているワーク保持具 3 2、そのワーク保持具 3 2 を略垂直な回転中心まわりに回転駆動する回転装置 3 4、工具母材 1 2 に負のバイアス電圧を印加するバイアス電源 3 6、工具母材 1 2 などとを内部に収容している処理容器としてのチャンバ 3 8、チャンバ 3 8 内に所定の反応ガスを供給する反応ガス供給装置 4 0、チャンバ 3 8 内の気体を真空ポンプなどで排出して減圧する排気装置 4 2、第 1 アーク電源 4 4、第 2 アーク電源 4 6 等を備えている。ワーク保持具 3 2 は、上記回転中心を中心とする円筒形状或いは多角柱形状を成しており、刃部 1 4 が略水平に外側へ突き出す姿勢で多数の工具母材 1 2 を放射状に保持している。また、反応ガス供給装置 4 0 は、窒素ガス ( $N_2$ ) および炭化水素ガス ( $CH_4$ 、 $C_2H_2$  など) のタンクを備えており、第 1 被膜層 2 2 の組成に応じて、TiAlN の場合は窒素ガスを供給し、TiAlCN の場合は窒素ガスおよび炭化水素ガスを供給する。第 2 被膜層 2 4 を構成している CrN も窒素 (N) を含むが、第 2 被膜層 2 4 は第 1 被膜層 2 2 と同じ組成を含んでいて窒素ガスが供給されるため、その窒素ガスにより CrN が形成される。

## 【 0 0 3 5 】

第 1 アーク電源 4 4 は、前記第 1 被膜層 2 2 の構成物質である  $Ti_xAl_{1-x}$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ ) から成る第 1 蒸発源 4 8 をカソードとして、アノード 5 0 との間に所定のアーク電流を通電してアーク放電させることにより、第 1 蒸発源 4 8 から  $Ti_xAl_{1-x}$  を蒸発させるもので、蒸発した  $Ti_xAl_{1-x}$  は正 (+) の金属イオンになって負 (-) のバイアス電圧が印加されている工具母材 1 2 に付着する。また、第 2 アーク電源 4 6 は、前記第 2 被膜層 2 4 の構成物質である Cr から成る第 2 蒸発源 5 2 をカソードとして、アノード 5 4 との間に所定のアーク電流を通電してアーク放電させることにより、第 2 蒸発源 5 2 から Cr を蒸発させるもので、蒸発した Cr は正 (+) の金属イオンになって負 (-) のバイアス電圧が印加されている工具母材 1 2 に付着する。上記第 1 蒸発源 4 8 および第 2 蒸発源 5 2 は、ワーク保持具 3 2 を挟んで略水平方向の対称位置に配置されている。

## 【 0 0 3 6 】

図 3 は、上記アークイオンプレーティング装置 3 0 を用いて工具母材 1 2 の刃部 1 4 の表面に硬質積層被膜 2 0 を形成する際の手順を説明する図で、予め排気装置 4 2 で排気しながらチャンバ 3 8 内が所定の圧力（例えば  $1.33 \times 5 \times 10^{-1} \text{ Pa} \sim 1.33 \times 40 \times 10^{-1} \text{ Pa}$  程度）に保持されるように反応ガス供給装置 4 0 から所定の反応ガスを供給しつつ、バイアス電源 3 6 により工具母材 1 2 に所定のバイアス電圧（例えば  $-50 \text{ V} \sim -150 \text{ V}$  程度）を印加する。そして、回転装置 3 4 によりワーク保持具 3 2 を所定の回転速度（例えば  $3 \text{ min}^{-1}$  程度）で回転させながら、ステップ S 1 ～ S 3 を実行して硬質積層被膜 2 0 を形成する。このような硬質積層被膜 2 0 の形成は、コンピュータを含む制御装置によって自動的に行われるようになっている。

#### 【0037】

ステップ S 1 では、第 2 アーク電源 4 6 を OFF（非通電）した状態で第 1 アーク電源 4 4 により例えば  $150 \text{ A}$  程度のアーク電流を約 5 分間通電（ON）してアーク放電させることにより、 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  から成る所定の層厚の第 1 被膜層 2 2 が工具母材 1 2 の表面に形成される。通電時間およびアーク電流の電流値は、形成すべき第 1 被膜層 2 2 の層厚に応じて定められ、この条件は図 4 の試験品 No 1 0 の「 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  層」を形成する場合、すなわち  $\text{Ti}_{0.4} \text{Al}_{0.6} \text{N}$  を約  $340 \text{ nm}$  の厚さだけ形成する場合のものである。図 4 の「 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  層」は第 1 被膜層 2 2 を表している。この実施例では、ワークである工具母材 1 2 が略垂直な回転中心まわりに回転駆動されるため、 $\text{Ti}_{0.4} \text{Al}_{0.6} \text{N}$  が断続的に付着させられることになる。

#### 【0038】

また、ステップ S 2 では、第 1 アーク電源 4 4 により例えば  $145 \text{ A}$  程度のアーク電流を約 0.4 分間（24 秒）通電してアーク放電させるとともに、同時に同じ時間だけ第 2 アーク電源 4 6 により例えば  $120 \text{ A}$  程度のアーク電流を通電してアーク放電させることにより、 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x}) (\text{C}_y \text{N}_{1-y})$  と  $\text{CrN}$  との混合層から成る所定の層厚の第 2 被膜層 2 4 が、前記第 1 被膜層 2 2 の上に形成される。各アーク電源 4 4、4 6 のアーク電流の電流値は、 $(\text{Ti}_x \text{Al}_{1-x})$

$x$ ) ( $C_y N_{1-y}$ ) および CrN の混合割合や第 2 被膜層 24 の層厚に応じて定められるとともに、通電時間は第 2 被膜層 24 の層厚に応じて定められ、この条件は図 4 の試験品 No10 の「CrN 混合層」を形成する場合、すなわち  $Ti_{0.4} Al_{0.6} N$  と CrN とが混合した被膜層を約 20 nm の厚さだけ形成する場合のものである。図 4 の「CrN 混合層」は第 2 被膜層 24 を表している。但し、No16、No17 の比較品は CrN のみの単層である。本実施例では、ワークである工具母材 12 が略垂直な回転中心まわりに回転駆動されるため、 $Ti_{0.4} Al_{0.6} N$  と CrN とが部分的に混ざり合いながら交互に繰り返し付着させられることになる。

#### 【0039】

そして、上記ステップ S1 および S2 を、第 1 被膜層 22 および第 2 被膜層 24 の合計層数から 1 回だけ引き算した回数（偶数）だけ繰り返し、最後にステップ S3 を実行して最上部に第 1 被膜層 22 を形成する。すなわち、前記図 4 の試験品 No10 の場合は、合計層数が「15」であるため、ステップ S1 および S2 を交互に 14 回実行し、第 1 被膜層 22 および第 2 被膜層 24 をそれぞれ一定の層厚で繰り返し形成した後、ステップ S3 を実行する。ステップ S3 は、成膜時間すなわち第 1 アーク電源 44 の通電時間がステップ S1 よりも所定時間  $\alpha$  だけ長く、その分だけ層厚が厚くて耐熱性、耐摩耗性に優れた第 1 被膜層 22 が形成される。図 4 の「( $Ti_x Al_{1-x}$ ) ( $C_y N_{1-y}$ )」の「層厚 (nm)」の欄の「/」より右側の数値は、最上層の第 1 被膜層 22 の層厚で、左側の数値は最上層以外の第 1 被膜層 22 の層厚である。

#### 【0040】

ここで、第 1 被膜層 22 を構成している ( $Ti_x Al_{1-x}$ ) ( $C_y N_{1-y}$ ) (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) の硬さ (Hv) は 2300 ~ 3000 程度であるのに対し、CrN の硬さ (Hv) は 1800 ~ 2000 程度であり、このような CrN と ( $Ti_x Al_{1-x}$ ) ( $C_y N_{1-y}$ ) との混合層から成る第 2 被膜層 24 は、第 1 被膜層 22 に比較して硬度が低下する。したがって、高硬度の第 1 被膜層 22 と比較的硬度の低い第 2 被膜層 24 とを交互に積層した硬質積層被膜 20 は、低硬度の第 2 被膜層 24 の存在により靱性が高くなり、

チッピング状の欠けや剥離が生じ難く、工具寿命（耐久性）が向上する。

【0041】

また、第1被膜層22の平均層厚は10nm～2000nmの範囲内で、第2被膜層24の平均層厚は10nm～1000nmの範囲内で、硬質積層被膜20の全体の総膜厚は0.5μm～20μmの範囲内であるため、第1被膜層22による耐摩耗性を維持しつつ、第2被膜層24による欠けや剥離防止効果が十分に得られる。

【0042】

また、硬質積層被膜20の最上層すなわち表面は、高硬度の第1被膜層22によって構成されているため、優れた耐摩耗性が得られる。特に、本実施例では最上層の第1被膜層22が他の第1被膜層22よりも層厚が厚くされているため、一層優れた耐摩耗性が得られる。

【0043】

また、本実施例では工具母材12に接する最下層も、 $(Ti_x Al_{1-x}) (C_y N_{1-y})$  から成る第1被膜層22で構成されているため、工具母材12に対して優れた密着性が得られ、剥離等が一層効果的に防止される。

【0044】

また、第2被膜層24が $(Ti_x Al_{1-x}) (C_y N_{1-y})$  とCrNとの混合層であるため、CrNのみで構成した場合に比較して第1被膜層22との密着性が高く、欠けや剥離防止効果が更に向上する。CrNの酸化開始温度は約700℃と高いため、形成された硬質積層被膜20の耐熱性を損なうこともない。

【0045】

また、本実施例ではアークイオンプレーティング装置30の第1アーク電源44および第2アーク電源46をON、OFFすることにより第1被膜層22および第2被膜層24を切り換えるとともに、そのON時間およびアーク電流の電流値を制御してそれ等の第1被膜層22および第2被膜層24の層厚を調整するため、第1被膜層22および第2被膜層24の層厚を高い寸法精度で形成できる。

【0046】

また、第1アーク電源44および第2アーク電源46を共にONすることによ

り、第2被膜層24として $(Ti_x Al_{1-x}) (C_y N_{1-y})$ とCrNとの混合層を形成するとともに、それ等の第1アーク電源44および第2アーク電源46のアーク電流の大きさを制御して混合割合を調整するため、所定の混合割合の第2被膜層24を簡単に形成できる。

## 【0047】

また、第1蒸発源48および第2蒸発源52がワーク保持具32を挟んで略水平方向の対称位置に配置されているとともに、ワーク保持具32は略垂直な回転中心まわりに回転駆動されるようになっているため、第1被膜層22および第2被膜層24を工具母材12の表面に略均一に形成できる。

## 【0048】

因みに、図4は工具母材が超硬合金にて構成されている2枚刃で直径が10mmのスクウェアエンドミルに種々の硬質被膜をコーティングしたものを用意し、以下の加工条件で切削加工を行った後に、外周刃や底刃のチッピングおよび外周逃げ摩耗幅を調べた結果を示す図で、試験品No1～15は本発明品で、試験品No16、17はCrNのみから成る単層の硬質被膜をコーティングした比較品、試験品No18～20はTiAlNのみから成る単層の硬質被膜をコーティングした従来品である。また、「チッピング」の項の「多」、「中」、「少」は、チッピングの量や大きさに基づく判定結果で、「多」は使用には適当でなく製品化が困難な場合、「中」は製品化が可能な正常の範囲内、「少」はチッピングが存在しないか極僅かで目視では確認できない程度、を意味している。

## 【0049】

(加工条件)

被削材：SKD61 (50HRC)

回転数：5000 min<sup>-1</sup> (157 m/min)

送り速度：426 mm/min (0.043 mm/t)

切込み：半径方向10mm、軸方向0.20mm

切削方法：側面切削

切削油：エアブロー

機械：横型MC



切削長さ：50mm

【0050】

図4の試験結果から明らかなように、本発明品（試験品No1～15）によれば、チップングの状態が「少」または「中」で、外周逃げ面摩耗幅が0.1mm程度以下であり、実用上十分な耐久性が得られることが判る。これに対し、CrNのみから成る単層の硬質被膜をコーティングした比較品（試験品No16、17）は、チップングの状態は「少」であるが、外周逃げ面摩耗幅が0.4mm程度と極めて大きく、十分な耐久性、耐摩耗性が得られない。また、TiAlNのみから成る単層の硬質被膜をコーティングした従来品（試験品No18～20）は、切削加工時の衝撃などで欠け易くてチップングの状態が「多」であるだけでなく、チップング部から摩耗が拡大し、外周逃げ面摩耗幅も0.15mm以上と大きく、耐久性が悪い。

【0051】

以上、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、これ等はあくまでも一実施形態であり、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施例であるエンドミルを示す図で、(a)は軸心と直角方向から見た正面図、(b)は硬質積層被膜が設けられた刃部の表面部分の断面図である。

【図2】

図1の硬質積層被膜を好適に形成できるアークイオンプレーティング装置の一例を説明する概略構成図である。

【図3】

図2の装置を用いて硬質積層被膜を形成する際の手順を説明する図である。

【図4】

本発明品を含む計20本の試験品を用いて切削加工を行った後に、チップングおよび外周逃げ面摩耗幅を調べた結果を説明する図である。

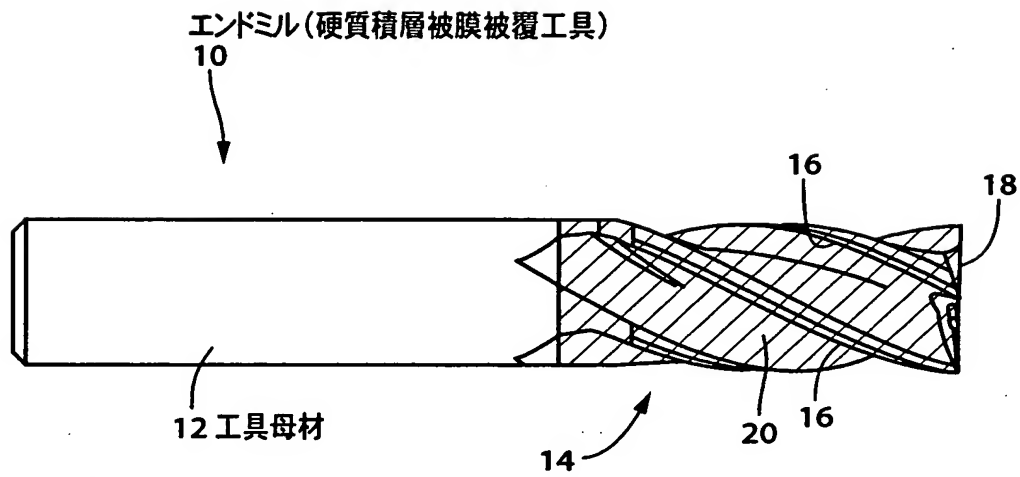
【符号の説明】

1 0 : エンドミル (硬質積層被膜被覆工具)      1 2 : 工具母材 (部材)  
2 0 : 硬質積層被膜      2 2 : 第 1 被膜層      2 4 : 第 2 被膜層      3 0 : アー  
クイオンプレーティング装置      3 4 : 回転装置      3 6 : バイアス電源      3  
8 : チャンバ (処理容器)      4 0 : 反応ガス供給装置      4 4 : 第 1 アーク電  
源      4 6 : 第 2 アーク電源      4 8 : 第 1 蒸発源      5 2 : 第 2 蒸発源

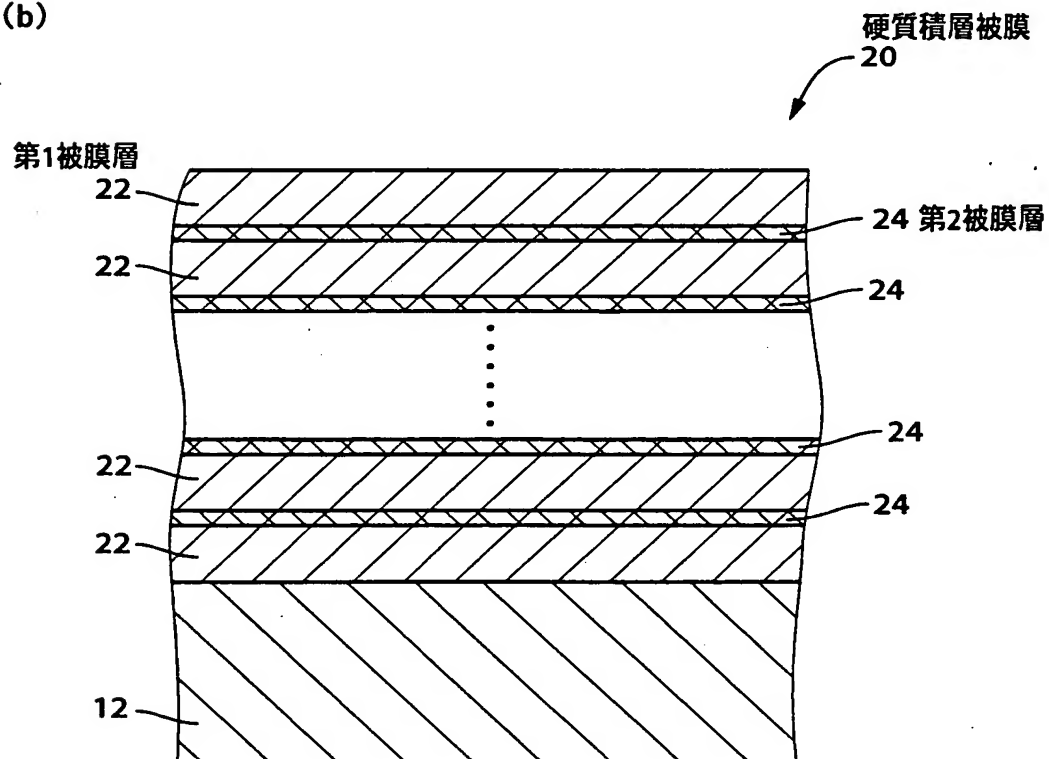
【書類名】 図面

【図 1】

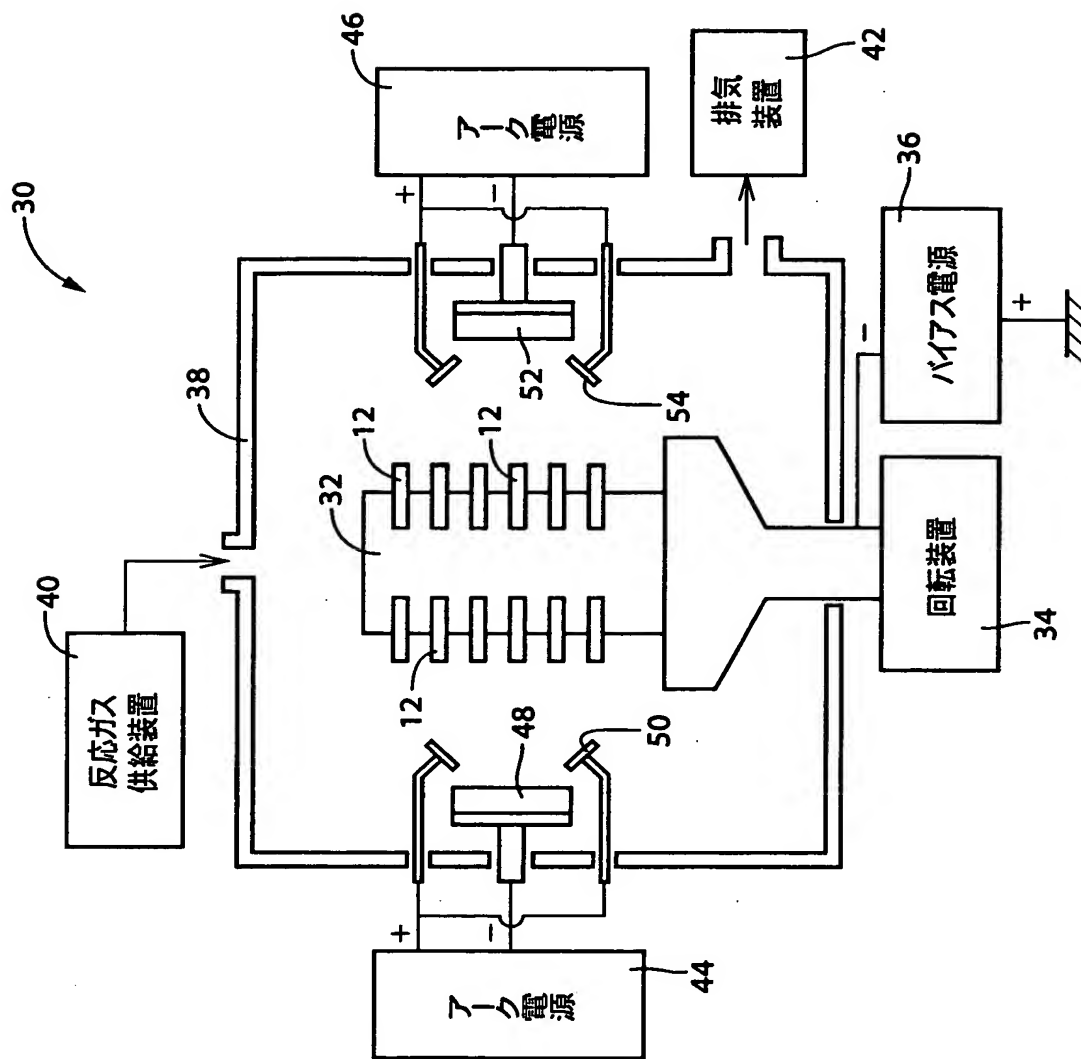
(a)



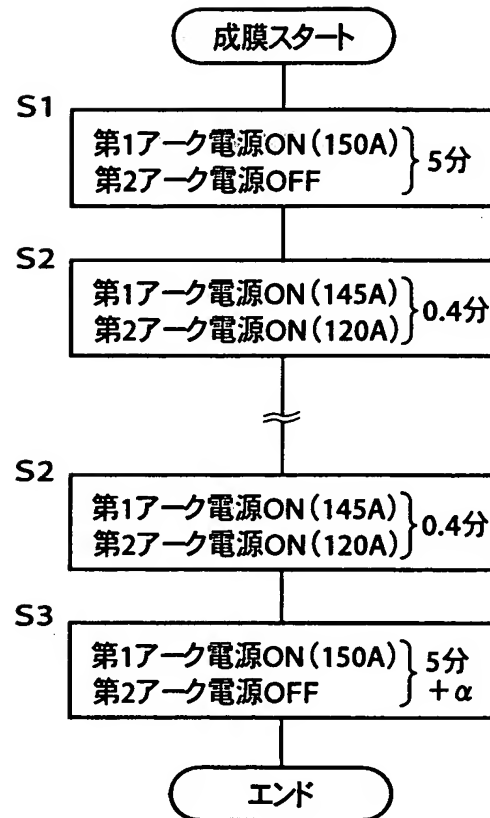
(b)



【図2】



【図 3】



【図 4】

試験品	No.	被 膜						チッピング	外周逃げ面 摩耗幅 (mm)
		(Ti <sub>x</sub> Al <sub>1-x</sub> )(C <sub>y</sub> N <sub>1-y</sub> )層			Cr N混 合層 層厚 (nm)	合計 層数	総膜厚 (μm)		
		x	y	層厚 (nm)					
本発明	1	0.5	0	430/500	50	11	2.9	少	0.038
	2	0.5	0	440/500	100	11	3.2	少	0.075
	3	0.5	0	240/300	200	11	2.5	中	0.043
	4	0.5	0	290/330	500	7	2.7	中	0.048
	5	0.5	0	960/1040	1000	3	3.0	中	0.099
	6	0.5	0	520/620	100	9	3.1	少	0.037
	7	0.5	0	310/370	500	7	2.8	中	0.041
	8	0.5	0	160/180	100	25	3.3	少	0.04
	9	0.5	0	950/1000	100	5	3.1	中	0.052
	10	0.4	0	340/380	20	15	2.9	少	0.032
	11	0.4	0	460/520	500	7	3.4	中	0.046
	12	0.2	0	390/450	100	11	2.9	中	0.102
	13	0.2	0	360/420	500	7	3.0	中	0.092
	14	0.5	0.2	420/500	100	11	3.1	中	0.098
	15	0.5	0.5	580/640	500	5	2.8	中	0.108
比較品	16	—	—	0	2200	1	2.2	少	0.39
	17	—	—	0	3900	1	3.9	少	0.45
従来品	18	0.4	0	2900	0	1	2.9	多	0.211
	19	0.5	0	3400	0	1	3.4	多	0.168
	20	0.8	0	3100	0	1	3.1	多	0.322

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】  $TiAlN$ を主体として構成される硬質被膜の耐摩耗性を損なうことなく、韌性を更に向上させて欠けや剥離を一層効果的に防止する。

【解決手段】  $(Ti_x Al_{1-x})(C_y N_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) にて構成されているとともに、平均層厚が  $10\text{ nm} \sim 2000\text{ nm}$  の範囲内の第1被膜層22と、 $(Ti_x Al_{1-x})(C_y N_{1-y})$  (但し、 $0.20 \leq x \leq 0.60$ 、 $0 \leq y \leq 0.5$ ) と  $CrN$  との混合層で、平均層厚が  $10\text{ nm} \sim 1000\text{ nm}$  の範囲内の第2被膜層24とを交互に積層し、全体の総膜厚が  $0.5\text{ }\mu\text{ m} \sim 20\text{ }\mu\text{ m}$  の範囲内の硬質積層被膜20を、エンドミル10の工具母材12の表面にコーティングした。

【選択図】 図1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 0 7 0 8 2 2
受付番号	5 0 1 0 0 3 5 6 7 5 5
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 3 年 3 月 1 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成13年 3月13日
-------	-------------



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000103367]

1. 変更年月日	1993年 3月25日
[変更理由]	住所変更
住 所	愛知県豊川市本野ヶ原三丁目22番地
氏 名	オーエスジー株式会社